

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-127384

(43)Date of publication of application : 09.05.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/09

(21)Application number : 10-301350

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 22.10.1998

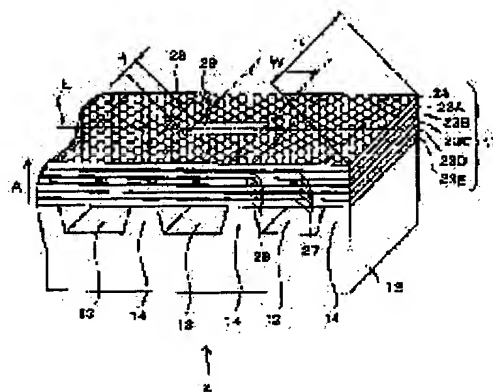
(72)Inventor : IKEZAKI YOSHIYUKI  
KOJIMA MASATOMO

## (54) INK JET HEAD AND PIEZOELECTRIC ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ink jet head in which ink ejection performance can be made uniform without requiring an intricate control.

**SOLUTION:** A piezoelectric element 17 comprises first through sixth piezoelectric ceramic layers 23A-23E and an outer piezoelectric ceramic layer 24, a first inner electrode 27, a second inner electrode 26, and a common electrode 28. A cut 29 is made in the common electrode 28 located above a ink pressure chamber 13 corresponding to a nozzle for regulating the ink ejection rate in order to reduce the area of the common electrode 28 (being defined by width  $W \times Y$  length, for example) depending on the speed regulation. According to the arrangement, ink ejection rate can be made uniform by reducing deformation of the piezoelectric element 17 in the relevant region.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Ink-jet head equipment which ink is stored [ equipment ] in the ink pressure room which is characterized by providing the following, and which was established in the cavity plate at intervals of predetermined, and pressure fluctuation is given [ equipment ] to the aforementioned ink by the piezoelectric device joined to the aforementioned cavity plate, and makes the ink concerned breathe out from a nozzle. The aforementioned piezoelectric device is a piezo electric crystal. The individual electrode prepared in the position corresponding to each of the aforementioned ink pressure room on this piezo electric crystal. It is a notch so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal may be prepared by the wrap outermost-layer-of-drum section, it may have a common electrode common to all the aforementioned ink pressure rooms and the \*\*\*\* speed of the ink from each nozzle may become uniform at the aforementioned common electrode.

[Claim 2] The aforementioned notch is ink-jet head equipment according to claim 1 characterized by being prepared in the center section of the field corresponding to the aforementioned ink pressure room.

[Claim 3] The amount of notches of the aforementioned notch is ink-jet head equipment according to claim 1 or 2 characterized by being in proportionality to the amount of slowdown adjustments of the aforementioned \*\*\*\* speed.

[Claim 4] The aforementioned common electrode is ink-jet head equipment given in any 1 term of the claim 1 characterized by being an electrode for producing uni-morph deformation, or a claim 3.

[Claim 5] The aforementioned common electrode is ink-jet head equipment given in any 1 term of the claim 1 characterized by being the up electrode prepared so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal might be worn and it might expose outside, or a claim 4.

[Claim 6] The aforementioned common electrode is ink-jet head equipment given in any 1 term of the claim 1 characterized by being an electrode for producing bimorph deformation, or a claim 3.

[Claim 7] The piezoelectric device characterized by what it is prepared so that a piezo electric crystal, the individual electrode prepared in this piezo electric crystal in order to form two or more deformation fields, and the front face of the aforementioned piezo electric crystal may be worn and it may expose outside, it has a common electrode common to all the aforementioned deformation fields, and the notch is prepared for in the aforementioned common electrode so that the deformation in the aforementioned deformation field may become uniform.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention belongs to the technical field of the piezoelectric device used for the ink-jet head equipment used for an ink jet printer etc., and ink-jet head equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ink-jet head used for the conventional ink jet printer is constituted by the piezoelectric device joined to the cavity plate and this cavity plate made from the ceramic equipped with the ink pressure room divided with two or more partition walls, makes the ink pressure interior of a room produce pressure fluctuation by this piezoelectric device, and is made to breathe out from the nozzle which formed the ink of the ink pressure interior of a room in the cavity plate.

[0003] Although the thing of various kinds is used for a piezoelectric device, a laminating type piezoelectric device is mentioned as an example. The electrode pattern of the positive/negative which has a predetermined interval mutually upwards and is arranged by turns upwards is screen-stenciled. the piezo-electricity which formed the this laminating type piezoelectric device in the shape of a sheet -- a member -- Furthermore, after piling up a piezo-electric member on this electrode and carrying out the laminating of a piezo-electric member and the electrode like the following, a \*\* binder and baking processing are performed and it is manufactured through the process of preparing two or more notch crevices so that the variant part of a piezoelectric device may be made becoming independent after that further, respectively.

[0004] such composition -- two or more ink pressure rooms -- respectively -- alike -- two or more variation rates of a piezoelectric device -- the section can be made to be able to respond and good ink \*\*\*\* can be made to perform for every ink pressure room

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the aforementioned piezoelectric device is contracted by baking processing, dispersion in the width of face of an electrode may arise, or a gap may be produced in a laminating position. Consequently, dispersion was produced also in the deformation property of a piezoelectric device, and the problem that the discharging performance of ink became uneven for every nozzle was in one ink-jet head equipment.

[0006] Since the voltage and the wave of a driving signal which are impressed to a piezoelectric device for every nozzle in order to solve this problem conventionally were adjusted, there was a problem that control was complicated.

[0007] this invention is made in view of such a trouble, and does not need complicated control, but makes it the technical problem to offer the ink-jet head equipment and the piezoelectric device which can make uniform the ink discharging performance of an ink-jet head.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Ink-jet head equipment according to claim 1 Ink is stored in the ink pressure room established in the cavity plate at intervals of predetermined in order to solve the aforementioned technical problem. It is ink-jet head equipment which pressure fluctuation is given [ equipment ] to the aforementioned ink by the piezoelectric device joined to the aforementioned cavity plate, and makes the ink concerned breathe out from a nozzle. the aforementioned piezoelectric device A piezo electric crystal and the individual electrode prepared in the position corresponding to each of the aforementioned ink pressure room on this piezo electric crystal, The front face of the aforementioned piezo electric crystal is prepared by the wrap outermost-layer-of-drum section, and it has a common electrode common to all the aforementioned ink pressure rooms, and is characterized by preparing the notch in the aforementioned common electrode so that the \*\*\*\* speed of the ink from each nozzle may become uniform.

[0009] According to ink-jet head equipment according to claim 1, although dispersion in electrode width of face, the position gap to an ink pressure room, etc. produce the piezoelectric device manufactured through a baking process

according to the error of the contraction in the case of baking, the front face of the aforementioned piezo electric crystal is prepared by the wrap outermost-layer-of-drum section, and the notch is prepared in the common electrode common to all the aforementioned ink pressure rooms so that the regurgitation speed of the ink from each nozzle may become uniform. Therefore, as for the piezoelectric device in the ink pressure room corresponding to each nozzle, the non-generating part of electric field is formed of the aforementioned notch, and the deformation is adjusted so that the regurgitation speed of the ink from each nozzle may become uniform. Consequently, the regurgitation speed of the ink from each nozzle becomes uniform, and quality image formation operation will be performed.

[0010] Ink-jet head equipment according to claim 2 is characterized by preparing the aforementioned notch in the center section of the field corresponding to the aforementioned ink pressure room in ink-jet head equipment according to claim 1 or 2, in order to solve the aforementioned technical problem.

[0011] According to ink-jet head equipment according to claim 2, since the aforementioned notch is prepared in the center section of the field corresponding to the aforementioned ink pressure room, at the ink pressure room concerned, the deformation field of a piezoelectric device and the non-deforming field by the notch are formed with sufficient balance, and adjustment of ink regurgitation speed is performed appropriately.

[0012] In order that ink-jet head equipment according to claim 3 may solve the aforementioned technical problem, in ink-jet head equipment according to claim 1 or 2, it is characterized by the amount of notches of the aforementioned notch being in proportionality to the amount of slowdown adjustments of the aforementioned regurgitation speed.

[0013] Since according to ink-jet head equipment according to claim 3 the amount of notches of the aforementioned notch is set up so that it may have proportionality to the amount of slowdown adjustments of the aforementioned regurgitation speed, the size of the notch which is the amount of slowdown adjustments will be immediately determined by measurement of ink regurgitation speed, and quick tuning will be performed.

[0014] In order that ink-jet head equipment according to claim 4 may solve the aforementioned technical problem, in ink-jet head equipment given in any 1 term of a claim 1 or a claim 3, it is characterized by the aforementioned common electrode being an electrode for producing uni-morph deformation.

[0015] Since the aforementioned common electrode is an electrode for producing uni-morph deformation according to ink-jet head equipment according to claim 4, by preparing a notch in the common electrode concerned, the generating field and the non-generating field of electric field are formed to a piezo electric crystal, and the field where uni-morph displacement is performed, and the field which is not performed are formed. Consequently, the deformation of a piezoelectric device is reduced as the whole.

[0016] In order that ink-jet head equipment according to claim 5 may solve the aforementioned technical problem, in ink-jet head equipment given in any 1 term of a claim 1 or a claim 4, the aforementioned common electrode is characterized by being the up electrode prepared so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal might be worn and it might expose outside.

[0017] Since the aforementioned common electrode is an up electrode prepared so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal might be worn and it might expose outside according to ink-jet head equipment according to claim 5, formation of a notch is easy and the tuning of ink regurgitation speed becomes easy.

[0018] In order that ink-jet head equipment according to claim 6 may solve the aforementioned technical problem, in ink-jet head equipment given in any 1 term of a claim 1 or a claim 4, it is characterized by the aforementioned common electrode being an electrode for producing bimorph deformation.

[0019] since it is an electrode for the aforementioned common electrode producing bimorph deformation according to ink-jet head equipment according to claim 6, the generating field and the non-generating field of electric field form to a piezo electric crystal by preparing a notch in the common electrode concerned -- having -- a bimorph -- the field where a variation rate is performed, and the field which is not performed are formed. Consequently, the deformation of a piezoelectric device is reduced as the whole.

[0020] A piezoelectric device according to claim 7 is prepared so that a piezo electric crystal, the individual electrode prepared in this piezo electric crystal in order to form two or more deformation fields, and the front face of the aforementioned piezo electric crystal may be worn and it may expose outside, in order to solve the aforementioned technical problem, it is equipped with a common electrode common to all the aforementioned deformation fields, and is characterized by to prepare the notch in the aforementioned common electrode so that the deformation in the aforementioned deformation field may become uniform.

[0021] According to the piezoelectric device according to claim 7, it is prepared so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal may be worn and it may expose outside according to the error of the contraction produced in the case of a baking process, although dispersion of electrode width of face or a position gap arises, and the notch is prepared in the common electrode common to all the deformation fields so that the deformation of a deformation field may become uniform. Therefore, since the non-generating part of electric field is formed of the

aforementioned notch and it does not deform partially by it, the deformation of a deformation field will be adjusted to a deformation field. and the deformation as the whole piezoelectric device -- uniform -- \*\*\*\* -- it becomes last thing [0022]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on an accompanying drawing.

[0023] (1st operation gestalt) The 1st operation gestalt of this invention is first explained based on drawing 1 or drawing 4 .

[0024] First, the outline of the ink-jet head equipment of this operation gestalt is explained based on drawing 2 .

[0025] Drawing 2 is the perspective diagram showing a showing [ the outline composition of the head 1 for line type ink jet printers ] important section. As shown in drawing 2 , the piezo-electric formula ink-jet head 2 of plurality [ head / for line type ink jet printers / 1 / of this operation gestalt ] is installed in the front face of the 1st ink passage plate 3 side by side.

[0026] The 1st ink passage plate 3 is the plate-like part material formed with aluminum or magnesium, the heater 4 which pinched the pattern of stainless steel on the polyimide film is attached in a front face, and the outward trip 5 of the ink supplied from the ink tank which is not illustrated is formed in the rear face. Moreover, the breakthrough 7 which pierced through from a front face to the rear face, and was open for free passage with the aforementioned outward trip 5 is formed in the 1st ink passage plate 3, and the ink supplied to the aforementioned outward trip 5 is supplied to a front-face side by this breakthrough 7. Furthermore, the 1st ink passage plate 3 is stuck with the 2nd ink passage plate 9.

[0027] The 2nd ink passage plate 9 is the plate-like part material formed with aluminum or magnesium like the aforementioned 1st ink passage plate 3, and the return trip 8 which discharges ink to the aforementioned ink tank is formed in the rear face.

[0028] On the other hand, the piezo-electric formula ink-jet head 2 consists of a base plate 10, a cavity plate 12, a nozzle plate 16, and a piezoelectric device 17.

[0029] A base plate 10 is the plate-like part material formed with aluminum or magnesium, and the breakthrough 7 of the aforementioned 1st ink passage plate 3 and the breakthrough 11 open for free passage are formed in this base plate 10. A rear face pastes the 1st ink passage plate 3 with adhesives, and, similarly the cavity plate 12 pastes up this base plate 10 on a front face with adhesives.

[0030] The cavity plate 12 is the sintered compact of a ceramic, and while it is open for free passage with two or more ink pressure rooms 13 where the upper surface was opened wide, the partition wall 14 which divides each ink pressure room 13, and each ink pressure room 13, with the rear face, the aforementioned breakthrough 11 and ink \*\*\*\*\* 15 open for free passage are formed.

[0031] Two or more nozzle 16a which a nozzle plate 16 is the sheet-like member formed by the polyimide, and pierces through from a front face to a rear face is formed. Width of face becomes narrow gradually and opening is formed in the apical surface by the nose-of-cam side opposite to the aforementioned ink \*\*\*\*\* 15 side of the aforementioned ink pressure room 13. In this apical surface, the aforementioned nozzle plate 16 is pasted up with adhesives so that the position of the aforementioned opening and the aforementioned nozzle 16a may be made in agreement.

[0032] A piezoelectric device 17 is a laminating type piezoelectric device attached so that the upper surface (open field) of each ink pressure room 13 may blockade, and while carrying out the laminating of two or more piezo-electric ceramic layers which consist of ceramic material of the titanate-acid lead zirconate (PZT) system which has piezo-electricity and an electrostrictive effect, between each piezo-electric ceramic layer, the patterns 26 and 27 of positive electrodes, such as silver palladium, and a cathode are formed of screen-stencil. In addition, in drawing 2 , although the publication is omitted in order to make the pattern of an electrode intelligible, the common electrode is continued and formed in the whole surface at the outermost layer of drum of a piezoelectric device 17.

[0033] The aforementioned electrode patterns 26 and 27 and the common electrode which is not illustrated are connected with the current supply edge which is not illustrated, and this current supply edge is connected with the drive IC 21 through the flexible printed circuit board 20. Furthermore, this drive IC 21 is connected with the main substrate equipped with CPU which is not illustrated through a flexible printed circuit board 20. Therefore, the aforementioned piezo-electric ceramic layer displaces, the pressure in the ink pressure room 13 of the cavity plate formed by the aforementioned pressure room sheet 12 and the base plate 10 is fluctuated, and ink is made to breathe out from nozzle 16a formed in the nozzle plate 16 by drive IC's 21 driving according to the driving signal outputted from a main substrate, and supplying driver voltage to the electrode pattern 18 from drive IC 21 further.

[0034] Since the whole head for line type ink jet printers which this ink discharging is simultaneously performed by each piezo-electric formula ink-jet head 2, and is constituted as mentioned above is rocked in the direction of arrow A according to the rocking mechanism which is not illustrated, on the recording paper P, high-speed printing is

performed per line.

[0035] Next, the detailed composition of the piezoelectric device 17 used for the piezo-electric formula ink-jet head 2 of this operation gestalt is explained based on drawing 1 .

[0036] The piezoelectric device 17 of this operation gestalt carries out the laminating of two or more piezo-electric ceramic layers (six-layer piezo-electric ceramic layer as [ Drawing 1 ] an example) which consist of ceramic material of the titanate-lead zirconate (PZT) system which has piezo-electricity and an electrostrictive effect, and is constituted. in order to make an understanding easy here -- from the outside piezo-electricity ceramic layer 24 -- caudad -- going -- order -- the [ 1st piezo-electricity ceramic layer 23A, 2nd piezo-electricity ceramic layer 23B, 3rd piezo-electricity ceramic layer 23C, 4th piezo-electricity ceramic layer 23D, and ] -- it is referred to as 5 piezo-electricity ceramic layer 23E the [ 1st piezo-electricity ceramic layer 23A or ] -- while the 1st internal electrode 27 is formed in the position corresponding to each ink pressure room 13, corresponding to each partition wall 14, the 2nd internal electrode 26 is formed in 5 piezo-electricity ceramic layer 23E in the periphery position of the ink pressure room 13

[0037] Moreover, the electrode etc. is not prepared in the side in contact with the ink in the ink pressure room 13 of 5th piezo-electricity ceramic layer 23C at all. This is for making it possible to isolate the electrode layer of a laminating type piezo electric crystal from the ink of the ink pressure room 13, without making it function on 5th piezo-electricity ceramic layer 23C as an insulating layer, preventing that ink contacts the 1st internal electrode 27 of upper 4th piezo-electricity ceramic layer 23D through this 5th piezo-electricity ceramic layer 23E, and preparing special insulating layers, diaphragms, etc., such as an insulating film, from this.

[0038] the [ moreover, / 1st piezo-electricity ceramic layer 23A or ] -- the laminating of the 5 piezo-electricity ceramic layer 23E is carried out so that each 1st internal electrode 27 and the 2nd internal electrode 26 may lap mutually, as shown in drawing 1 , and as the arrow A shown in drawing 1 shows, polarization of the laminating type piezoelectric device 17 which has this structure is carried out in the directions of a laminating, such as each piezo-electric ceramic layer 23A the [ 1st piezo-electricity ceramic layer 23A or ] -- every of 5 piezo-electricity ceramic layer 23E -- the 1st internal electrode 27 is connected to the plus side edge child of a drive power supply who does not illustrate through the switch which is not illustrated -- having -- \*\*\*\* -- moreover, every -- the 2nd internal electrode 26 is connected to the minus side edge child of a drive power supply, respectively

[0039] On the other hand, it is prepared in the front face of the outside piezo-electricity ceramic layer 24 so that the common electrode 28 may wear the front face of the outside piezo-electricity ceramic layer 24 and it may expose outside, and the notch 29 is formed in the position corresponding to right-hand side to the 2nd ink pressure room 13 in the common electrode 28 concerned in the example shown in drawing 1 .

[0040] Next, operation of the ink-jet head 2 containing the piezoelectric device 17 constituted as mentioned above is explained based on drawing 4 . Drawing 4 is the cross section of the ink-jet head 2 of drawing 1 . In addition, here explains as that by which the switch corresponding to the 2nd ink pressure room 13 was turned on from the right.

[0041] the drive power supply which is not illustrated when the switch which is not illustrated through a controller (not shown) based on predetermined printing data is turned on in drawing 4 -- minding -- every -- driver voltage is impressed to the 1st internal electrode 27 At this time, it connects with the plus side edge child of a drive power supply, and between each 2nd internal electrode 26, as shown in drawing 4 , the electric field (Arrow C shows) which intersect perpendicularly with the direction of polarization of laminating mold thickness \*\*\*\* 23 (Arrow A shows) generate each 1st internal electrode 27. thereby -- the [ 1st piezo-electricity ceramic layer 23A or ] -- 5 piezo-electricity ceramic layer 23E deforms like illustration in share mode based on its piezo-electricity and electrostrictive effect Moreover, the outside piezo-electricity ceramic layer 24 is under the influence of the electric field of the direction level in the aforementioned polarization direction generated between the 1st internal electrode 27 and the common electrode 28 of arrow D, and deforms with uni-morph mode. the [ therefore, / aforementioned 1st piezo-electricity ceramic layer 23A or ] -- deformation of the share mode by 5 piezo-electricity ceramic layer 23E -- in addition, since deformation of the uni-morph mode by the outside piezo-electricity ceramic layer 24 is performed A piezoelectric device 17 deforms greatly, the capacity of the ink pressure room 13 decreases, the ink in the ink pressure room 13 is breathed out by this toward the recording paper P from nozzle 16a shown in drawing 2 , and printing of a character etc. is performed.

[0042] Here, with the aforementioned share mode, when electric field are perpendicularly impressed in the direction of polarization to the polarized piezo electric crystal, it is the mode of the deformation produced in the piezo electric crystal concerned, and is the mode of the deformation produced when a piezo electric crystal causes thickness slipping in the direction parallel to the direction of polarization.

[0043] Moreover, while fixing the elastic body to one side of the field where uni-morph mode is perpendicular to the polarization concerned of the polarized piezo electric crystal, when electric field are impressed to the direction of polarization, and parallel, it is the mode of the bending deformation produced by acting so that a piezo electric crystal



may expand and contract in the direction of a field and an elastic body may restrain it. With this operation gestalt, 1st piezo-electricity ceramic layer 23A is functioning as the aforementioned elastic body. That is, if plus potential is impressed to the 1st internal electrode 27 and a minus electrode is impressed to the common electrode 28, the electric field of a direction level in the direction of polarization occur to the outside piezo-electricity ceramic layer 24, and it is going to contract the outside piezo-electricity ceramic layer 24 in the direction of a field while it is extended in the thickness direction. the [ aforementioned 1st piezo-electricity ceramic layer 23A which bends in the direction of drawing 4 Nakaya mark B made into the whole bilayer, produces deformation, and is deforming with share mode since 1st piezo-electricity ceramic layer 23A restrains contraction of the direction of a field at this time, or ] -- 5 piezo-electricity ceramic layer 23E is made transformed further

[0044] The deformation of the outside piezo-electricity ceramic layer 24 by this uni-morph mode is proportional to the size of the electric field which act on the outside piezo-electricity ceramic layer 24. Therefore, if a notch 29 is formed in the common electrode 28 as shown in drawing 1 , electric field will not act on the outside piezo-electricity ceramic layer 24 equivalent to the position of the notch 29 concerned, but deformation by uni-morph mode will be performed. Therefore, as the outside piezo-electricity ceramic layer 24 whole of the field shown by Arrow W in drawing 1 , only the part in which the deformation by uni-morph mode formed the notch 29 will decrease, the deformation of the piezoelectric device 17 to the 2nd ink pressure room 13 will decrease from the right as a result, and the regurgitation speed of the ink breathed out from nozzle 16a connected with the ink pressure room 13 concerned will decrease.

[0045] As shown in drawing 3 , when it is in the state where the notch 29 is not formed, the regurgitation speed of the ink from each nozzle is measured and dispersion has arisen between each nozzle at regurgitation speed in this operation gestalt, the aforementioned notch 29 is formed, and regurgitation speed is adjusted by changing the area of a notch 29 further so that \*\*\*\* and the aforementioned dispersion may be lost.

[0046] By for example, the difference in the contraction at the time of baking in the manufacturing process of a piezoelectric device 17 Supposing the pitches of an electrode differ, there is a field the center of an ink pressure room and whose center of electrode width of face do not correspond and the regurgitation speed of the ink from a nozzle becomes quick 10% rather than mean velocity A notch 29 is formed so that the area (for example, area specified by width-of-face  $W \times$  length  $Y$  in drawing 1 ) of the common electrode 28 located on the ink pressure room 13 corresponding to the nozzle may be decreased only 5%. Thereby, the deformation of the piezoelectric device 17 of the field concerned decreases, and ink regurgitation speed turns into mean velocity. In addition, the relation between the amount of adjustments of regurgitation speed and the area of a notch 29 decides to ask by experiment etc. beforehand.

[0047] Moreover, a notch 29 is formed so that it may spread in the both directions of the direction of +Y, and the direction of -Y from the center line L of the direction of Y which is the length direction of the common electrode 28 shown in drawing 1 . Thus, by forming, the variation rate of the controller of a piezoelectric device 17 and the non-controller in the predetermined ink pressure room 13 can be balanced, and regurgitation speed can be adjusted appropriately.

[0048] Moreover, the method of processing the method of forming a notch 29, using an end mill, and the method by the electron discharge method are mentioned.

[0049] (2nd operation gestalt) Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained based on drawing 5 .

[0050] Drawing 5 is the cross section showing the composition of the ink-jet head 2 of this operation gestalt. As shown in drawing 5 , the ink-jet head 2 of this operation gestalt is an example by which a piezoelectric device 17 is transformed by the compound mode in flexible mode and bimorph mode, and the common electrode 28 is formed in the field by the side of junction on the cavity plate 12.

[0051] the outside piezo-electricity ceramic layer 24 in which the piezo-electric ceramic layer was most prepared in the cavity plate 12 side, and 1st piezo-electricity ceramic layer 23A- the 6th -- it has seven layer structures of piezo-electric ceramic layer 23F

[0052] the 1st internal electrode 27 and the 2nd internal electrode 26 -- the 6th from the outside piezo-electricity ceramic layer 24 -- it applies to piezo-electric ceramic layer 23F, and is prepared by turns Moreover, on the outside piezo-electricity ceramic layer 24 equivalent to the position of the partition wall 14, the 2nd internal electrode 26 is formed between 1st piezo-electricity ceramic layer 23A.

[0053] Furthermore, the restricted layer 30 is formed on the 6th piezo-electricity ceramic layer 23 F and 2nd internal electrodes 26 of the above.

[0054] although the direction of polarization of the outside piezo-electricity ceramic layer 24 and 1st piezo-electricity ceramic layer 23A is the direction which goes to the restricted layer 30 side from the cavity plate 12 side -- the 6th from 2nd piezo-electricity ceramic layer 23B -- polarization of piezo-electric ceramic layer 23F is carried out so that it may become the adjoining direction of polarization of a piezo-electric ceramic layer and an adjoining opposite direction

[0055] if minus voltage is impressed to plus voltage, the 2nd internal electrode 26, and the common electrode 28 in such composition at the 1st internal electrode 27 -- the 6th from 1st piezo-electricity ceramic layer 23A -- piezo-electric ceramic layer 23F deform in flexible mode, and deform the outside piezo-electricity ceramic layer 24 and 1st piezo-electricity ceramic layer 23A in bimorph mode

[0056] Here, when electric field are impressed in parallel with the direction of polarization to the polarized piezo electric crystal, flexible mode is the mode of the deformation produced in the piezo electric crystal concerned, and is deformation mode produced when the piezo electric crystal itself expands and contracts in the direction parallel to the direction of polarization. this operation gestalt -- the 6th from 1st piezo-electricity ceramic layer 23A -- the 6th which is the best layer although even piezo-electric ceramic layer 23F tend to expand and contract in the vertical direction -- since above expansion and contraction of piezo-electric ceramic layer 23F are restrained by the restricted layer 30 -- the 6th from 1st piezo-electricity ceramic layer 23A -- piezo-electric ceramic layer 23F deform downward as a whole

[0057] Moreover, while bimorph mode impressed electric field to the direction of polarization, and opposite direction to one piezo electric crystal among the two-layer piezo electric crystals by which polarization was carried out in this direction of the thickness direction, when the electric field of the direction of polarization and this direction are impressed to the piezo electric crystal of another side, it is the mode of the deformation produced when a two-layer piezo electric crystal causes bending. Bending of this two-layer piezo electric crystal is bending produced by deforming so that the piezo electric crystal by which electric field were impressed to the direction of polarization and opposite direction may expand and contract in the direction of a field while deforming so that the piezo electric crystal by which electric field were impressed in the direction of polarization and this direction may contract in the direction of a field. With this operation gestalt, since the electric field of the direction of polarization and opposite direction are impressed to the outside piezo-electricity ceramic layer 24 and the electric field of the direction of polarization and this direction are impressed to 1st piezo-electricity ceramic layer 23A, the outside piezo-electricity ceramic layer 24 and 1st piezo-electricity ceramic layer 23A will deform in bimorph mode.

[0058] As mentioned above, in order for the piezoelectric device 17 of this operation gestalt to deform by the compound mode in flexible mode and bimorph mode, a big variation rate is obtained.

[0059] And also in this operation gestalt, by forming a notch 29 (not shown in drawing 5 ) in the common electrode 28, the deformation of a piezoelectric device 17 can be changed with bimorph mode, and the regurgitation speed of ink can be adjusted.

[0060] However, since the common electrode 28 and the cavity plate 12 are joined using adhesives etc., two or more piezoelectric devices 17 at once are manufactured on the same manufacture conditions, and only one ink-jet head 2 as shown in drawing 5 among those piezoelectric devices 17 using one piezoelectric device 17 is manufactured to an experiment. And the ink regurgitation speed of each nozzle is measured and the size of the notch 29 in the common electrode 28 of the field corresponding to each ink pressure room 13 is presumed. And to the common electrode 28 of the remaining piezoelectric device 17, a notch 29 is formed based on estimate, the cavity plate 12 is joined, respectively, and the ink-jet head 2 is manufactured. Since it is thought that the property almost same also about the remaining piezoelectric device 17 as the piezoelectric device 17 used for the experiment is shown, equalization of the regurgitation speed of ink can be attained also by this method.

[0061] In addition, in each operation gestalt mentioned above, although the case where a laminating type piezoelectric device was used was explained, this invention is not limited to this and can be applied also to the piezoelectric device formed by the monolayer. In this case, since the common electrode is not prepared, a notch will be prepared to an individual electrode.

[0062]

[Effect of the Invention] According to the error of the contraction in the case of baking, since according to ink-jet head equipment according to claim 1 the notch is prepared in the common electrode of a piezoelectric device so that the regurgitation speed of the ink from each nozzle may become uniform, even when a position gap of dispersion in the electrode width of face of a piezoelectric device and the electrode to an ink pressure room etc. arises, regurgitation speed of the ink from each nozzle can be made uniform, and quality image formation operation can be performed.

[0063] Ink-jet head equipment according to claim 2 is characterized by preparing the aforementioned notch in the center section of the field corresponding to the aforementioned ink pressure room in ink-jet head equipment according to claim 1 or 2, in order to solve the aforementioned technical problem.

[0064] According to ink-jet head equipment according to claim 2, since the aforementioned notch is prepared in the center section of the field corresponding to the aforementioned ink pressure room, at the ink pressure room concerned, the deformation field of a piezoelectric device and the non-deforming field by the notch can be formed with sufficient balance, and ink regurgitation speed can be adjusted appropriately.

[0065] Since according to ink-jet head equipment according to claim 3 the amount of notches of the aforementioned



notch is set up so that it may have proportionality to the amount of slowdown adjustments of the aforementioned regurgitation speed, by measurement of ink regurgitation speed, the size of the notch which is the amount of slowdown adjustments can be determined immediately, and quick tuning can be performed.

[0066] Since the aforementioned common electrode is an electrode for producing uni-morph deformation according to ink-jet head equipment according to claim 4, by preparing a notch in the common electrode concerned, the generating field and the non-generating field of electric field are formed to a piezo electric crystal, and the field where uni-morph displacement is performed, and the field which is not performed can be formed. Consequently, the deformation of a piezoelectric device can be reduced as the whole.

[0067] Since the aforementioned common electrode is an up electrode prepared so that the front face of the aforementioned piezo electric crystal might be worn and it might expose outside according to ink-jet head equipment according to claim 5, a notch can be formed easily and tuning of ink regurgitation speed can be performed easily.

[0068] preparing a notch in the common electrode concerned, since it is an electrode for the aforementioned common electrode producing bimorph deformation according to ink-jet head equipment according to claim 6 -- a piezo electric crystal -- receiving -- the generating field and the non-generating field of electric field -- it can form -- a bimorph -- the field where a variation rate is performed, and the field which is not performed can be formed. Consequently, the deformation of a piezoelectric device can be reduced as the whole.

[0069] It is prepared so that according to the piezoelectric device according to claim 7 the front face of the aforementioned piezo electric crystal may be worn and it may expose outside. to a common electrode common to all the deformation fields. Since the notch is prepared so that the deformation of a deformation field may become uniform. According to the error of the contraction produced in the case of a baking process, even if dispersion of electrode width of face or a position gap arises, the non-generating part of electric field can be formed in a deformation field by the aforementioned notch, and the deformation of a deformation field can be adjusted to it. And the deformation as the whole piezoelectric device can be adjusted uniformly.

---

[Translation done.]

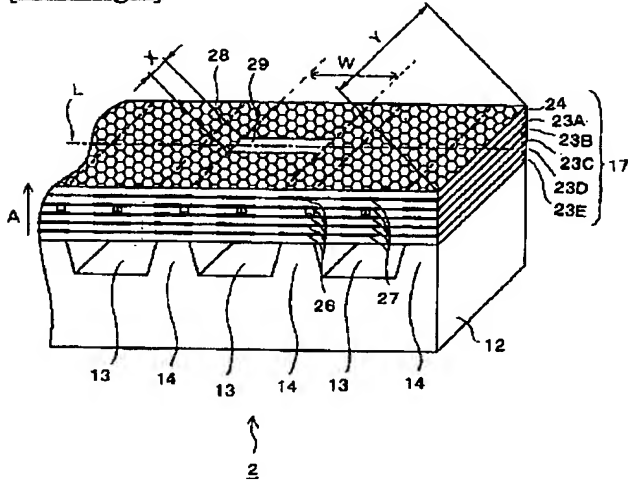
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

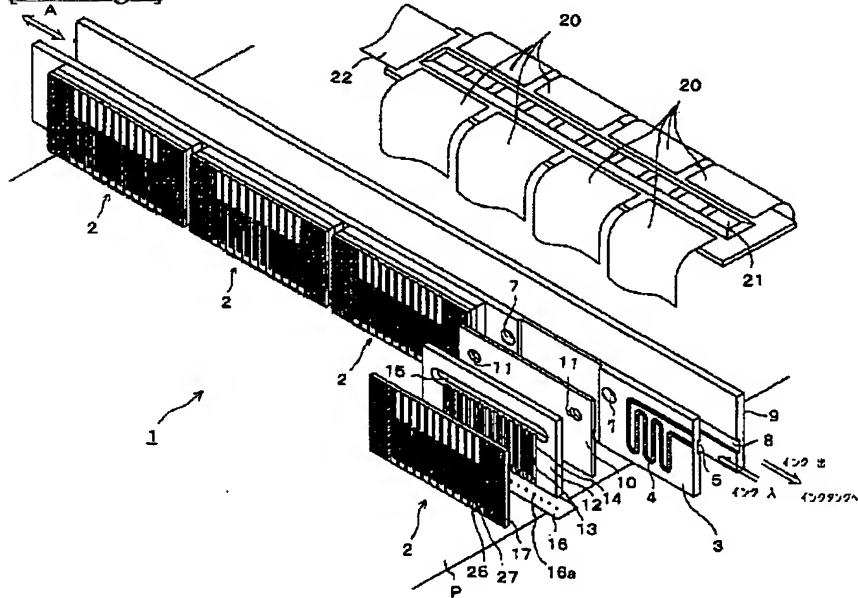
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

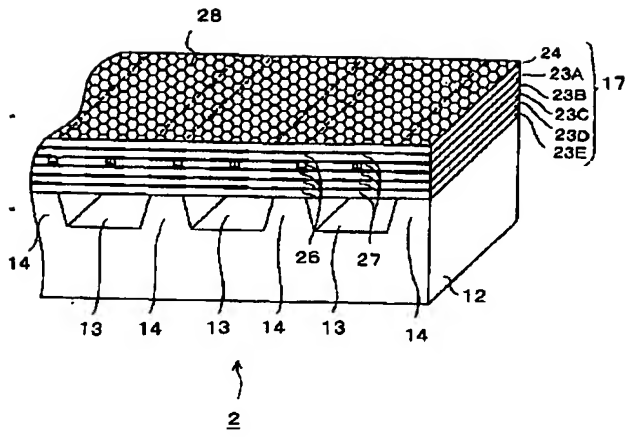
[Drawing 1]



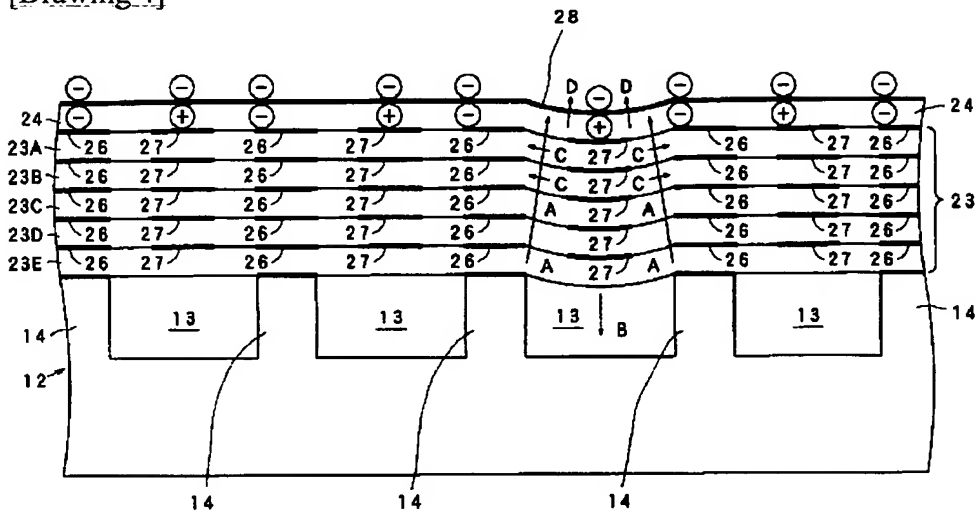
[Drawing 2]



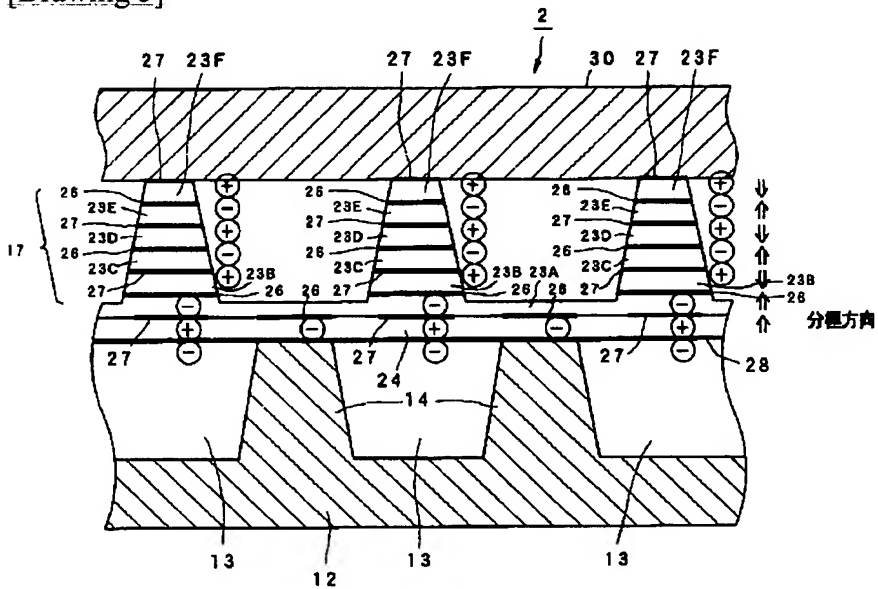
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



**Ink ejecting device and piezoelectric element thereof**

Patent Number: ☐ US6419348  
Publication date: 2002-07-16  
Inventor(s): IKEZAKI YOSHIYUKI (JP); KOJIMA MASATOMO (JP)  
Applicant(s): BROTHER IND LTD (JP)  
Requested Patent: ☐ JP2000127384  
Application Number: US19990409383 19990930  
Priority Number(s): JP19980301350 19981022  
IPC Classification: B41J2/045  
EC Classification: B41J2/14D1, B41J2/16D1  
Equivalents:

**Abstract**

An ink ejecting device in accordance with the invention regulates the ink ejecting velocity for each nozzle. A piezoelectric element thereof is made of piezoelectric materials, internal discrete electrodes and a common electrode. When a cut in the common electrode is formed above an ink chamber, the cut creates an area where an electric field is not generated. The extent of deformation of the piezoelectric element is reduced in that area, whereby the ink ejecting velocity from the ink chamber decreases. In this way, it is possible to regulate the ink ejecting velocity for each nozzle by providing the cut and adjusting the extent of deformation. Further, the size of the cut is in proportion to the deceleration of ink ejecting velocity. This cut in the common electrode is created exactly above the center of the ink chamber so that the deforming portion and non-deforming portion of the piezoelectric element are well balanced

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-127384  
(P2000-127384A)

(43) 公開日 平成12年5月9日 (2000.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J 3/04	1 0 3 A 2 C 0 5 7
	2/055	H 0 1 L 41/08	C
H 0 1 L	41/09		M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-301350

(22) 出願日 平成10年10月22日 (1998. 10. 22)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 池崎 由幸

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号  
ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 小島 正友

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号  
ブラザー工業株式会社内

(74) 代理人 100083839

弁理士 石川 泰男 (外2名)

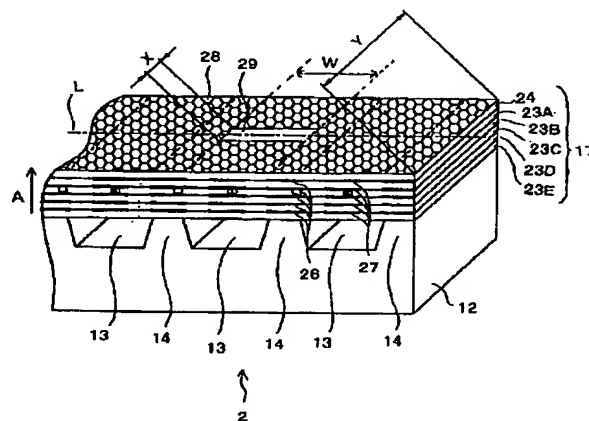
Fターム(参考) 2C057 AF24 AF42 AG12 AG44 AG92  
AG93 AP02 AP14 AP25 AP77  
AP82 BA03 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド装置及び圧電素子

(57) 【要約】

【課題】 複雑な制御を必要とせず、インクジェットヘッドのインク吐出性能を均一にすることができるインクジェットヘッド装置を提供すること。

【解決手段】 圧電素子17を、第1圧電セラミック層23A乃至第6圧電セラミック層23E及び外側圧電セラミック層24と、第1内部電極27と、第2内部電極26と、共通電極28とから構成し、インク吐出速度の調整対象とするノズルに対応するインク圧力室13上に位置する共通電極28の面積（例えば図1においては幅W×長さYで規定される面積）を、速度調整量に応じて減少させるように切欠部29を形成する。これにより、当該領域の圧電素子17の変形量を減少させ、インク吐出速度を均一にすることができる。



特開 2000-127384  
(P 2000-127384A)

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 キャピティプレートに所定間隔で設けられたインク圧力室にインクを貯留し、前記キャピティプレートに接合させた圧電素子により前記インクに圧力変動を与えてノズルから当該インクを吐出させるインクジェットヘッド装置であって、  
前記圧電素子は、圧電体と、該圧電体上における前記インク圧力室のそれぞれに対応する位置に設けられた個別電極と、前記圧電体の表面を覆う最外層部に設けられ前記インク圧力室の全てに共通な共通電極とを備え、  
前記共通電極には、各ノズルからのインクの吐出速度が均一となるように切欠部が設けられている、  
ことを特徴とするインクジェットヘッド装置。

【請求項 2】 前記切欠部は、前記インク圧力室に対応する領域の中央部に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェットヘッド装置。

【請求項 3】 前記切欠部の切欠量は前記吐出速度の減速調整量に対して比例関係にあることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のインクジェットヘッド装置。

【請求項 4】 前記共通電極はユニモルフ変形を生じさせるための電極であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置。

【請求項 5】 前記共通電極は、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられた上部電極であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置。

【請求項 6】 前記共通電極はバイモルフ変形を生じさせるための電極であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置。

【請求項 7】 圧電体と、複数の変形領域を形成するために該圧電体に設けられた個別電極と、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられ前記変形領域の全てに共通な共通電極とを備え、  
前記共通電極には、前記変形領域における変形量が均一となるように切欠部が設けられている、  
ことを特徴とする圧電素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インクジェットプリンタ等に用いられるインクジェットヘッド装置、及びインクジェットヘッド装置に用いられる圧電素子の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のインクジェットプリンタに用いられるインクジェットヘッドは、複数の区画壁により区画されたインク圧力室を備えたセラミック製のキャピティプレートと、該キャピティプレートに接合した圧電素子

2

とにより構成されており、該圧電素子によりインク圧力室内に圧力変動を生じさせ、インク圧力室内のインクをキャピティプレートに形成したノズルから吐出させている。

【0003】 圧電素子には様々な種類のものが用いられるが、一例として、積層型の圧電素子が挙げられる。この積層型の圧電素子は、シート状に形成した圧電部材上に、互いに所定の間隔を有して交互に配置される正負の電極パターンをスクリーン印刷し、更にこの電極上に圧電部材を重ね、以下同様にして圧電部材と電極とを積層した後、脱バインダ・焼成処理を施し、更にその後圧電素子の変形部をそれぞれ独立させるように複数の切欠凹部を設けるという工程を経て製造される。

【0004】 このような構成により、複数のインク圧力室のそれぞれに圧電素子の複数の変位部を対応させることができ、各インク圧力室毎に良好なインク吐出を行わせることができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記圧電素子は焼成処理によって収縮するため、電極の幅のばらつきが生じたり、積層位置にずれを生じることがある。その結果、圧電素子の変形特性にもばらつきを生じ、一つのインクジェットヘッド装置内において、ノズル毎にインクの吐出性能が不均一になるという問題があった。

【0006】 従来は、この問題を解決するために、各ノズル毎に圧電素子に印加する駆動信号の電圧や波形を調整していたため、制御が複雑化するという問題があった。

【0007】 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、複雑な制御を必要とせず、インクジェットヘッドのインク吐出性能を均一にすることができるインクジェットヘッド装置及び圧電素子を提供することを課題としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、キャピティプレートに所定間隔で設けられたインク圧力室にインクを貯留し、前記キャピティプレートに接合させた圧電素子により前記インクに圧力変動を与えてノズルから当該インクを吐出させるインクジェットヘッド装置であって、前記圧電素子は、圧電体と、該圧電体上における前記インク圧力室のそれぞれに対応する位置に設けられた個別電極と、前記圧電体の表面を覆う最外層部に設けられ前記インク圧力室の全てに共通な共通電極とを備え、前記共通電極には、各ノズルからのインクの吐出速度が均一となるように切欠部が設けられていることを特徴とする。

【0009】 請求項 1 に記載のインクジェットヘッド装置によれば、焼成工程を経て製造される圧電素子は、焼



特開 2000-127384  
(P 2000-127384A)

(3)

3

成の際の収縮率の誤差により、電極幅のばらつきや、インク圧力室に対する位置ずれ等が生じるが、前記圧電体の表面を覆う最外層部に設けられ前記インク圧力室の全てに共通な共通電極には、各ノズルからのインクの吐出速度が均一となるように切欠部が設けられている。従って、各ノズルに対応するインク圧力室における圧電素子は、前記切欠部によって電界の非発生箇所が形成され、その変形量は各ノズルからのインクの吐出速度が均一となるように調整されている。その結果、各ノズルからのインクの吐出速度が均一となり、高品質の画像形成動作 10 が行われることになる。

【0010】請求項2に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1または請求項2に記載のインクジェットヘッド装置において、前記切欠部は、前記インク圧力室に対応する領域の中央部に設けられていることを特徴とする。

【0011】請求項2に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記切欠部が、前記インク圧力室に対応する領域の中央部に設けられているので、当該インク圧力室において圧電素子の変形領域と切欠部による非変形領域 20 がバランス良く形成され、適切にインク吐出速度の調整が行われる。

【0012】請求項3に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1または請求項2に記載のインクジェットヘッド装置において、前記切欠部の切欠量は前記吐出速度の減速調整量に対して比例関係にあることを特徴とする。

【0013】請求項3に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記切欠部の切欠量が、前記吐出速度の減速調整量に対して比例関係を有するように設定されているので、インク吐出速度の計測によって直ちに減速調整量である切欠部の大きさが決定され、迅速な調整作業が行われることになる。 30

【0014】請求項4に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置において、前記共通電極はユニモルフ変形を生じさせるための電極であることを特徴とする。

【0015】請求項4に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極が、ユニモルフ変形を生じさせるための電極なので、当該共通電極に切欠部を設けることにより、圧電体に対して電界の発生領域と非発生領域が形成され、ユニモルフ変位が行われる領域と、行われない領域とが形成される。その結果、全体としては圧電素子の変形量が低減される。 40

【0016】請求項5に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1乃至請求項4の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置において、前記共通電極は、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられた上部電極であることを特徴 50

4

とする。

【0017】請求項5に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極が、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられた上部電極なので、切欠部の形成が容易であり、インク吐出速度の調整作業が容易になる。

【0018】請求項6に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1乃至請求項4の何れか一項に記載のインクジェットヘッド装置において、前記共通電極はバイモルフ変形を生じさせるための電極であることを特徴とする。

【0019】請求項6に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極がバイモルフ変形を生じさせるための電極なので、当該共通電極に切欠部を設けることにより、圧電体に対して電界の発生領域と非発生領域が形成され、バイモルフ変位が行われる領域と、行われない領域とが形成される。その結果、全体としては圧電素子の変形量が低減される。

【0020】請求項7に記載の圧電素子は、前記課題を解決するために、圧電体と、複数の変形領域を形成するために該圧電体に設けられた個別電極と、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられ前記変形領域の全てに共通な共通電極とを備え、前記共通電極には、前記変形領域における変形量が均一となるように切欠部が設けられていることを特徴とする。

【0021】請求項7に記載の圧電素子によれば、焼成工程の際に生じる収縮率の誤差により、電極幅のばらつき、あるいは位置ずれ等が生じるが、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられ変形領域の全てに共通な共通電極には、変形領域の変形量が均一となるように切欠部が設けられている。従って、変形領域には、前記切欠部によって電界の非発生箇所が形成され、部分的に変形しないので、変形領域の変形量が調整されることになる。そして、圧電素子全体としての変形量が均一に調整されることになる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0023】(第1の実施形態) まず、本発明の第1の実施形態を図1乃至図4に基づいて説明する。

【0024】最初に、本実施形態のインクジェットヘッド装置の概略について図2に基づいて説明する。

【0025】図2はライン型インクジェットプリンタ用ヘッド1の概略構成を示すの要部を示す斜視図である。図2に示すように、本実施形態のライン型インクジェットプリンタ用ヘッド1は、複数の圧電式インクジェットヘッド2が第1インク流路プレート3の表面に並設されている。

【0026】第1インク流路プレート3は、アルミニウムまたはマグネシウムで形成された板状部材であり、表

特開2000-127384  
(P2000-127384A)

(4)

5

面にはステンレス鋼のパターンをポリイミドフィルムに挟持したヒータ4が取り付けられ、裏面には図示しないインクタンクから供給されるインクの往路5が形成されている。また、第1インク流路プレート3には、表面から裏面までを貫き前記往路5と連通した貫通孔7が形成されており、前記往路5に供給されたインクは該貫通孔7により表面側に供給される。更に、第1インク流路プレート3は、第2インク流路プレート9と貼り合わされる。

【0027】第2インク流路プレート9は、前記第1インク流路プレート3と同様にアルミニウムまたはマグネシウムで形成された板状部材であり、裏面には前記インクタンクに対してインクを排出する復路8が形成されている。

【0028】一方、圧電式インクジェットヘッド2は、ベースプレート10、キャビティプレート12、ノズルプレート16、及び圧電素子17から構成される。

【0029】ベースプレート10は、アルミニウムまたはマグネシウムで形成された板状部材であり、該ベースプレート10には前記第1インク流路プレート3の貫通孔7と連通する貫通孔11が形成されている。該ベースプレート10は裏面が接着剤により第1インク流路プレート3に接着され、表面にはキャビティプレート12が同じく接着剤により接着される。

【0030】キャビティプレート12は、セラミックの焼結体であり、上面が開放された複数個のインク圧力室13と、各インク圧力室13を区画する区画壁14と、各インク圧力室13と連通すると共に裏面では前記貫通孔11と連通するインク溜まり15が形成されている。

【0031】ノズルプレート16は、ポリイミドで形成されたシート状部材であり、表面から裏面までを貫くノズル16aが複数個形成されている。前記インク圧力室13の前記インク溜まり15側とは反対の先端側は、徐々に幅が狭くなり、先端面には開口が形成されている。前記ノズルプレート16は、この先端面において、前記開口と前記ノズル16aの位置を一致させるように接着剤により接着されている。

【0032】圧電素子17は、各インク圧力室13の上面（開放面）が閉塞するように取り付けられる積層型の圧電素子であり、圧電・電歪効果を有するチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系のセラミック材料からなる複数の圧電セラミック層を積層すると共に、各圧電セラミック層間にはスクリーン印刷により銀パラジウム等の陽電極及び陰電極のパターン26、27が形成されている。なお、図2においては、電極のパターンをわかり易くするために記載を省略しているが、圧電素子17の最外層には共通電極が全面に亘って形成されている。

【0033】前記電極パターン26、27、及び図示しない共通電極は、図示しない電源供給端部と接続されており、該電源供給端部は、フレキシブルプリント基板2

6

0を介してドライブIC21と接続されている。更に、該ドライブIC21はフレキシブルプリント基板20を介して図示しないCPU等が備えられたメイン基板と接続されている。従って、メイン基板から出力される駆動信号に応じてドライブIC21が駆動され、更にドライブIC21から駆動電圧が電極パターン18に供給されることにより、前記圧電セラミック層が変位し、前記圧力室シート12とベースプレート10により形成されるキャビティプレートのインク圧力室13内の圧力を変動させ、ノズルプレート16に形成されたノズル16aからインクを吐出させる。

【0034】このインク吐出動作は、それぞれの圧電式インクジェットヘッド2によって同時に行われ、かつ、以上のように構成されるライン型インクジェットプリンタ用ヘッドの全体は、図示しない揺動機構によって矢印A方向に揺動するので、記録紙P上にはライン単位で高速な印字が行われる。

【0035】次に、本実施形態の圧電式インクジェットヘッド2に用いられる圧電素子17の詳細な構成を図1に基づいて説明する。

【0036】本実施形態の圧電素子17は、圧電・電歪効果を有するチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系のセラミック材料からなる複数の圧電セラミック層（図1では、一例として6層の圧電セラミック層）を積層して構成されている。ここで、理解を容易にするため、外側圧電セラミック層24から下方に向かって順に第1圧電セラミック層23A、第2圧電セラミック層23B、第3圧電セラミック層23C、第4圧電セラミック層23D、及び第5圧電セラミック層23Eとする。第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eには、各インク圧力室13に対応する位置に第1内部電極27が形成されていると共に、インク圧力室13の周縁位置にて各区画壁14に対応して第2内部電極26が形成されている。

【0037】また、第5圧電セラミック層23Cのインク圧力室13内のインクと接触する側には電極等は何ら設けられていない。これは、第5圧電セラミック層23Cに絶縁層として機能を行わせ、この第5圧電セラミック層23Eを介して、上側の第4圧電セラミック層23Dの第1内部電極27にインクが接触することを防止し、これより絶縁フィルム等の特別な絶縁層や振動板等を設けることなく積層型圧電体の電極層をインク圧力室13のインクから隔絶することを可能とするためである。

【0038】また、第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eは、図1に示すように、それぞれの第1内部電極27及び第2内部電極26が相互に重なるように積層されており、かかる構造を有する積層型圧電素子17は、図1に示す矢印Aにて示すように、各圧電セラミック層23A等の積層方向に分極されてい

特開2000-127384

(P2000-127384A)

(5)

7

る。第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eの各第1内部電極27は、図示しないスイッチを介して図示しない駆動電源のプラス側端子に接続されており、また、各第2内部電極26は、それぞれ駆動電源のマイナス側端子に接続されている。

【0039】一方、外側圧電セラミック層24の表面には、共通電極28が外側圧電セラミック層24の表面を覆って外部に露出するように設けられており、図1に示す例では、当該共通電極28は右側から2番目のインク圧力室13に対応する位置に切欠部29が形成されている。

【0040】次に、以上のように構成された圧電素子17を含むインクジェットヘッド2の動作について図4に基づいて説明する。図4は図1のインクジェットヘッド2の断面図である。尚、ここでは、右から2番目のインク圧力室13に対応するスイッチがオンされたものとして説明する。

【0041】図4において、所定の印字データに基づきコントローラ（図示せず）を介して図示しないスイッチがオンされた場合、図示しない駆動電源を介して各第1内部電極27に駆動電圧が印加される。このとき、各第1内部電極27は駆動電源のプラス側端子に接続され、各第2内部電極26との間で、図4に示すように、積層型厚電体23の分極方向（矢印Aで示す）と直交する電界（矢印Cで示す）が発生する。これにより、第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eは、その圧電・電歪効果に基づきシェアモードにて図示のように変形する。また、外側圧電セラミック層24は、第1内部電極27と共通電極28との間で発生した前記分極方向と水平な矢印D方向の電界の影響下であり、ユニモルフモードによって変形する。従って、前記第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eによるシェアモードの変形に加えて、外側圧電セラミック層24によるユニモルフモードの変形が行われるため、圧電素子17は大きく変形し、これによってインク圧力室13の容積が減少し、インク圧力室13内のインクが図2に示すノズル16aから記録紙Pに向かって吐出されて文字等の印字が行われる。

【0042】ここで、前記シェアモードとは、分極している圧電体に対しての分極方向に垂直に電界を印加した時に当該圧電体に生じる変形のモードであり、分極方向に平行な方向に圧電体が厚み滑りを起こすことにより生じる変形のモードである。

【0043】また、ユニモルフモードとは、分極している圧電体の当該分極に垂直な面の一方に弾性体を固定すると共に分極方向と平行に電界を印加した時、圧電体が面方向に伸縮し、弾性体がそれを拘束するように作用することにより生じる撓み変形のモードである。本実施形態では、第1圧電セラミック層23Aが前記弾性体として機能している。つまり、第1内部電極27にプラス電

8

位が印加され、共通電極28にマイナス電極が印加されると、外側圧電セラミック層24に対して分極方向と水平な方向の電界が発生し、外側圧電セラミック層24はその厚さ方向に伸びると共に、その面方向に収縮しようとする。この時、第1圧電セラミック層23Aが面方向の収縮を拘束するので、二層全体とした図4中矢印B方向に撓み変形を生じ、シェアモードにより変形している前記第1圧電セラミック層23A乃至第5圧電セラミック層23Eを更に変形させることになる。

【0044】このユニモルフモードによる外側圧電セラミック層24の変形量は、外側圧電セラミック層24に作用する電界の大きさに比例する。従って、図1に示すように、共通電極28に切欠部29を設けると、当該切欠部29の位置に相当する外側圧電セラミック層24には電界が作用せず、ユニモルフモードによる変形が行われないことになる。従って、図1において矢印Wで示される領域の外側圧電セラミック層24全体としては、ユニモルフモードによる変形量が切欠部29を設けた分だけ減少することになり、結果として、右から2番目のインク圧力室13に対する圧電素子17の変形量が減少し、当該インク圧力室13につながるノズル16aから吐出されるインクの吐出速度が減少することになる。

【0045】本実施形態においては、図3に示すように、切欠部29が形成されていない状態で、各ノズルからのインクの吐出速度を計測し、吐出速度に各ノズル間でばらつきが生じている場合には、前記切欠部29を設け、更には切欠部29の面積を変えることにより、前記ばらつきが無くなるように吐出速度の調整を行う。

【0046】例えば、圧電素子17の製造工程における焼成時の収縮率の違いにより、電極のピッチが異なり、インク圧力室の中心と電極幅の中心が一致しない領域があり、ノズルからのインクの吐出速度が平均速度よりも10%速くなったとすると、そのノズルに対応するインク圧力室13上に位置する共通電極28の面積（例えば図1においては幅W×長さYで規定される面積）を例えば5%だけ減少させるように切欠部29を形成する。これにより、当該領域の圧電素子17の変形量が減少し、インク吐出速度が平均速度になる。なお、吐出速度の調整量と切欠部29の面積との関係は、予め実験等により求めておくこととする。

【0047】また、切欠部29は、図1に示す共通電極28の長さ方向であるY方向の中心線Lから+Y方向と-Y方向の両方向に広がるように形成する。このように形成することにより、所定のインク圧力室13内における圧電素子17の調整部と非調整部との変位のバランスをとることができ、吐出速度を適切に調整することができる。

【0048】また、切欠部29を設ける方法は、例えばエンドミルを用いて加工する方法や、放電加工による方法が挙げられる。

特開 2000-127384  
(P2000-127384A)

(6)

9

【0049】(第2の実施形態)次に、本発明の第2の実施形態を図5に基づいて説明する。

【0050】図5は、本実施形態のインクジェットヘッド2の構成を示す断面図である。図5に示すように、本実施形態のインクジェットヘッド2は、伸縮モードとバイモルフモードの複合モードで圧電素子17を変形される例であり、共通電極28は、キャビティプレート12との接合側の面に設けられている。

【0051】圧電セラミック層は、最もキャビティプレート12側に設けられた外側圧電セラミック層24と、第1圧電セラミック層23A～第6圧電セラミック層23Fとの7層構造となっている。

【0052】第1内部電極27と第2内部電極26は、外側圧電セラミック層24から第6圧電セラミック層23Fにかけて交互に設けられている。また、区画壁14の位置に相当する外側圧電セラミック層24上には、第1圧電セラミック層23Aとの間に第2内部電極26が設けられている。

【0053】更に、前記第6圧電セラミック層23F及び第2内部電極26上には、拘束層30が設けられている。

【0054】外側圧電セラミック層24と第1圧電セラミック層23Aの分極方向は、キャビティプレート12側から拘束層30側に向かう方向となっているが、第2圧電セラミック層23Bから第6圧電セラミック層23Fまでは、隣接する圧電セラミック層の分極方向と逆方向となるように分極されている。

【0055】このような構成において、第1内部電極27にプラス電圧、第2内部電極26と共通電極28にマイナス電圧が印加されると、第1圧電セラミック層23Aから第6圧電セラミック層23Fまでは伸縮モードで変形し、外側圧電セラミック層24と第1圧電セラミック層23Aはバイモルフモードで変形する。

【0056】ここで、伸縮モードとは、分極している圧電体に対してその分極方向に平行に電界を印加した時に当該圧電体に生じる変形のモードであり、分極方向に平行な方向に圧電体自体が伸縮することにより生じる変形モードである。本実施形態では第1圧電セラミック層23Aから第6圧電セラミック層23Fまでが上下方向に伸縮しようとするが、最上層である第6圧電セラミック層23Fの上方向の伸縮は拘束層30によって拘束されるため、第1圧電セラミック層23Aから第6圧電セラミック層23Fは全体として下方向に変形する。

【0057】また、バイモルフモードとは、厚さ方向の同方向に分極された2層の圧電体のうち、一方の圧電体に対して分極方向と反対方向に電界を印加すると共に、他方の圧電体に対して、分極方向と同方向の電界を印加した時、2層の圧電体が撓みを起こすことにより生じる変形のモードである。この2層の圧電体の撓みは、分極方向と同方向に電界が印加された圧電体とその面方向に

10

収縮するように変形すると共に、分極方向と反対方向に電界が印加された圧電体とその面方向に伸縮するように変形することにより生じる撓みである。本実施形態では、外側圧電セラミック層24には分極方向と反対方向の電界が印加され、第1圧電セラミック層23Aに対しては分極方向と同方向の電界が印加されるため、外側圧電セラミック層24と第1圧電セラミック層23Aはバイモルフモードで変形することになる。

【0058】以上のように本実施形態の圧電素子17は、伸縮モードとバイモルフモードの複合モードで変形するため、大きな変位が得られる。

【0059】そして、本実施形態においても、共通電極28に切欠部29(図5においては図示せず)を設けることにより、バイモルフモードにより圧電素子17の変形量を変化させ、インクの吐出速度を調整することができる。

【0060】但し、共通電極28とキャビティプレート12は、接着剤等を用いて接合されているため、同じ製造条件で一度に複数の圧電素子17を製造し、それらの圧電素子17のうち、一つの圧電素子17を用いて図5に示すようなインクジェットヘッド2を実験用の一つだけ製造する。そして、各ノズルのインク吐出速度を計測し、各インク圧力室13に対応した領域の共通電極28における切欠部29の大きさを推定する。そして、残りの圧電素子17の共通電極28に対して、推定値に基づいて切欠部29を形成し、それぞれキャビティプレート12を接合してインクジェットヘッド2を製造する。残りの圧電素子17についても、実験に用いた圧電素子17とほぼ同じ特性を示すと考えられるから、この方法によってもインクの吐出速度の均一化を図ることができる。

【0061】なお、上述した各実施形態においては、積層型の圧電素子を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、単層で形成された圧電素子にも適用可能である。この場合には、共通電極は設けられていないので、個別電極に対して切欠部を設けることになる。

【0062】

【発明の効果】請求項1に記載のインクジェットヘッド装置によれば、圧電素子の共通電極に、各ノズルからのインクの吐出速度が均一となるように切欠部が設けられているので、焼成の際の収縮率の誤差により、圧電素子の電極幅のばらつきや、インク圧力室に対する電極の位置ずれ等が生じた場合でも、各ノズルからのインクの吐出速度を均一にすることができ、高品質の画像形成動作を行うことができる。

【0063】請求項2に記載のインクジェットヘッド装置は、前記課題を解決するために、請求項1または請求項2に記載のインクジェットヘッド装置において、前記切欠部は、前記インク圧力室に対応する領域の中央部に

特開2000-127384  
(P2000-127384A)

(7)

11

設けられていることを特徴とする。

【0064】請求項2に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記切欠部が、前記インク圧力室に対応する領域の中央部に設けられているので、当該インク圧力室において圧電素子の変形領域と切欠部による非変形領域をバランス良く形成することができ、適切にインク吐出速度の調整を行うことができる。

【0065】請求項3に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記切欠部の切欠量が、前記吐出速度の減速調整量に対して比例関係を有するように設定されているので、インク吐出速度の計測によって直ちに減速調整量である切欠部の大きさを決定することができ、迅速な調整作業を行うことができる。

【0066】請求項4に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極が、ユニモルフ変形を生じさせるための電極なので、当該共通電極に切欠部を設けることにより、圧電体に対して電界の発生領域と非発生領域が形成され、ユニモルフ変位が行われる領域と、行われない領域とを形成することができる。その結果、全体としては圧電素子の変形量を低減することができる。

【0067】請求項5に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極が、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられた上部電極なので、切欠部を容易に形成することができ、インク吐出速度の調整作業を容易に行うことができる。

【0068】請求項6に記載のインクジェットヘッド装置によれば、前記共通電極がバイモルフ変形を生じさせるための電極なので、当該共通電極に切欠部を設けることにより、圧電体に対して電界の発生領域と非発生領域を形成することができ、バイモルフ変位が行われる領域と、行われない領域とを形成することができる。その結果、全体としては圧電素子の変形量を低減することができる。

【0069】請求項7に記載の圧電素子によれば、前記圧電体の表面を覆って外部に露出するように設けられ変形領域の全てに共通な共通電極には、変形領域の変形量が均一となるように切欠部が設けられているので、焼成

12

工程の際に生じる収縮率の誤差により、電極幅のばらつき、あるいは位置ずれ等が生じて、変形領域に、前記切欠部によって電界の非発生箇所を形成することができ、変形領域の変形量を調整することができる。そして、圧電素子全体としての変形量を均一に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるインクジェットヘッドの構成を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施形態におけるライン型インクジェットプリンター用ヘッドの構成を示す斜視図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における製造後に切欠部形成処理を施していないインクジェットヘッドの構成を示す断面図である。

【図4】図1のインクジェットヘッド装置の動作を説明するための断面図である。

【図5】本発明の第2の実施形態におけるインクジェットヘッド装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

2…圧電式インクジェットヘッド

12…キャビティプレート

13…インク圧力室

14…区画壁

16…ノズルプレート

16a…ノズル

17…圧電素子

23A…第1圧電セラミック層

23B…第2圧電セラミック層

23C…第3圧電セラミック層

23D…第4圧電セラミック層

23E…第5圧電セラミック層

23F…第6圧電セラミック層

24…外側圧電セラミック層

26…第2内部電極

27…第1内部電極

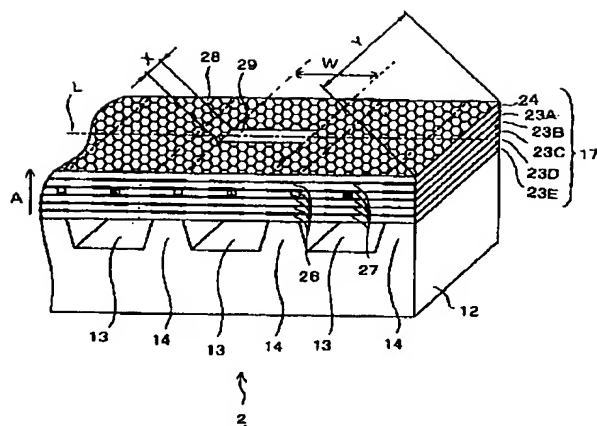
28…共通電極

29…切欠部

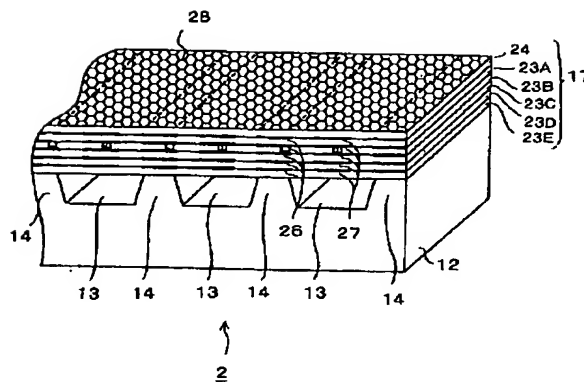
特開 2000-127384  
(P 2000-127384A)

( 8 )

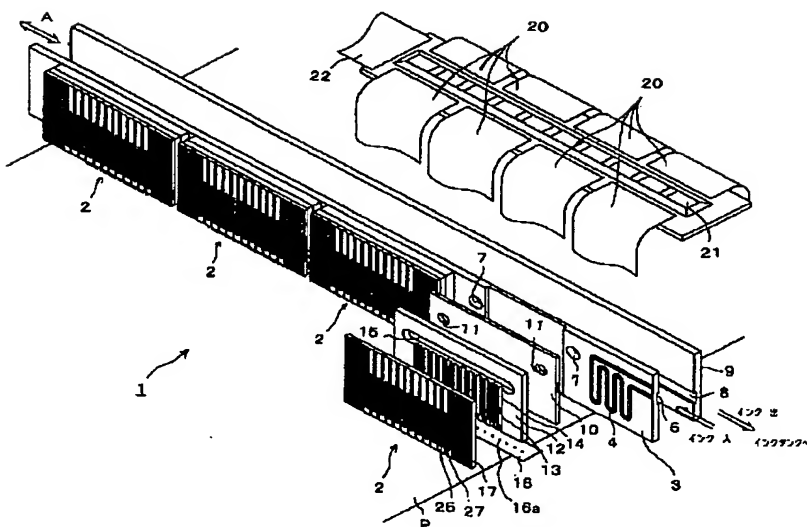
【図 1】



【図 3】



【図 2】

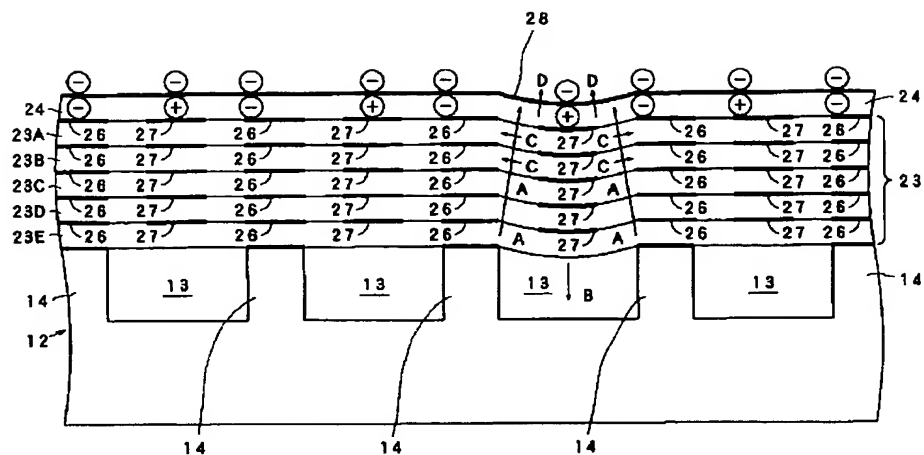




特開 2000-127384  
(P2000-127384A)

(9)

【図 4】



【図 5】

